

## Gesamtentwicklung Traktoren

Roger Stirnimann, Karl Theodor Renius

### Kurzfassung

Die Umsätze deutscher Traktorenhersteller erhöhten sich 2020 trotz schwieriger Weltlage auf 4,74 Mrd. € (2019: 4,27 Mrd. €). Auch die inländischen Verkaufsstückzahlen stiegen an und Fendt konnte nach vielen Jahren wieder die Marktführerschaft übernehmen. Große Hersteller decken die Marktbedürfnisse bei landwirtschaftlichen Standardtraktoren im Leistungsbereich von 40 bis 375 kW mit bis zu neun Baureihen ab. Weiter nach oben wanderten die Motorleistungen, die Premium-Ausstattungsvarianten hingegen weiter nach unten, weshalb auch in den unteren Leistungsklassen zunehmend Modelle mit Stufenlosgetrieben, Vorderachsfederungen und Load-Sensing-Hydraulik angeboten werden. Auch die Kabinenausstattungen und Bedienkonzepte werden hier vermehrt aus den mittleren und oberen Leistungsklassen übernommen. Die Entwicklungsschwerpunkte von Forschung und Industrie liegen weiterhin bei der Automatisierung von Feldarbeiten, Digitalisierung, alternativen Antriebssysteme, Ressourceneffizienz und Umweltschutz.

### Schlüsselwörter

Traktor, Traktorenmarkt, Traktorenentwicklung, Elektrifizierung, Automatisierung

## Agricultural Tractor Development

Roger Stirnimann, Karl Theodor Renius

### Abstract

Sales of German tractor manufacturers increased to € 4.74 billion in 2020 (2019: € 4.27 billion) despite the difficult global situation. Domestic sales unit numbers also increased and Fendt was able to regain market leadership after many years. Large manufacturers cover the market needs for standard agricultural tractors in the power range from 40 to 375 kW with up to nine families. The engine outputs moved further up, while the premium equipment variants moved further down offering continuously variable transmissions, front axle suspensions and load-sensing hydraulics now even more and more also in the lower power classes. The cab equipment and operating concepts are also increasingly being adopted from the medium and upper performance classes. Research institutions and industry continue to focus on the automation of field work, digitalization, alternative drive systems, resource efficiency and environmental protection.

### Keywords

Tractor, tractor market, tractor development, electrification, automation

## Marktsituation

Trotz der Corona-Epidemie erhöhte sich der Umsatz deutscher Traktorenhersteller (ohne Claas) 2020 auf 4,74 Mrd. € (2019: 4,27 Mrd. €) [1]. Das sind 52 % des Gesamtumsatzes deutscher Agrartechnikfirmen (9,05 Mrd. €). Die produzierten Stückzahlen und die Anzahl der in Deutschland neu zugelassenen Traktoren nahmen zu, **Tabelle 1**. Nach jahrelanger Führung verlor John Deere in 2020 seine erste Position an Fendt, **Tabelle 2** [2]. Ansonsten ergaben sich keine gravierenden Veränderungen. Allerdings legte im unteren Bereich Kukje (Korea) zu, während Iseki (Japan) und Foton (China) leicht zurückfielen.

Die zugehörigen Firmenumsätze hängen auch von der Verteilung der Leistungen ab. Davon profitieren Hersteller mit deutlichen Schwerpunkten im oberen Leistungsbereich: Besonders Fendt – aber auch Deutz-Fahr, Case IH+Steyr, Claas, und New Holland – John Deere nur wenig. Demgegenüber hat z. B. Kubota seinen Schwerpunkt im unteren Leistungsbereich.

**Tabelle 1:** Traktorengeschäft in Deutschland (Stückzahlen), ohne Geländefahrzeuge [1]

**Table 1:** Tractor business in Germany (units), without terrain vehicles [1]

Jahr/Year	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Produktion Production	50865	60551	59213	63599	51349	47893	43487	46966	48587	49569	50368
Neuzulassungen Newly registered	28587	35977	36264	36248	34611	32220	28248	33695	27670	28979	32039
Exporte Exports	40769	47886	46301	49772	40056	37866	34828	37814	37814	39266	40289
Besitzumschreib. Changing owner	93084	96597	95005	99468	102272	102988	103165	106294	107299	67271	n. a.

**Tabelle 2:** Stückzahl-Marktanteile der größeren Anbieter bei den Traktoren-Neuzulassungen in Deutschland in % der Gesamtzulassungen. Zahlen für 2020 sind vorläufig [2]

**Table 2:** Market shares (% units) of the major tractor suppliers in Germany. Figures for 2020 preliminary [2]

Jahr/Year	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
J. Deere	19,8	19,3	19,7	20,9	20,9	21,3	19,4	19,5	18,2	18,4	23,4	21,4	17,7
Fendt	17,2	17,2	16,5	15,9	16,5	17,3	17,1	17,0	16,0	17,1	19,5	19,7	21,9
Deutz-Fahr	11,5	10,6	10,8	10,8	10,9	10,5	9,6	10,0	9,5	8,9	6,1	8,1	8,5
Case IH+Steyr	10,0	9,6	9,1	8,0	10,1	7,7	10,0	7,7	8,3	6,5	8,4	6,7	7,2
Claas	6,6	7,8	7,3	8,2	6,8	8,0	7,7	8,3	7,1	6,5	7,3	6,8	6,4
Kubota	2,8	3,3	4,5	5,2	3,7	5,0	5,0	6,0	7,0	8,1	4,8	7,2	7,0
New Holland	5,7	5,8	6,7	5,7	6,7	7,0	8,0	7,3	6,9	6,2	6,9	4,7	6,4
MF	4,5	4,0	3,7	4,1	5,0	4,2	4,3	3,8	4,0	4,5	3,5	3,8	4,1
Iseki	2,5	2,6	3,5	3,1	2,8	2,8	2,5	2,9	3,0	2,9	3,0	2,8	2,1
Valtra	1,9	1,8	1,5	1,9	2,1	2,1	2,0	2,4	2,5	3,0	3,1	3,5	3,2
S+L+H	3,2	3,0	2,5	2,3	2,3	1,9	1,8	1,4	2,1	1,9	1,0	1,4	1,8
Mercedes	1,5	1,7	1,5	1,5	1,3	1,4	1,2	1,2	1,6	1,2	1,5	1,3	0,7
Kukje (Korea)	-	-	0,5	0,9	0,9	1,0	1,1	1,0	1,4	1,8	1,6	2,1	2,8
Foton (China)	-	-	-	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	2,2	1,3	1,6	1,1

Detaillierte Zahlen zum Traktorenmarkt in Europa (2019) findet man in [3], Informationen über die Traktorenproduktion in Russland in [4], Kennzahlen der sechs internationalen Landtechnik-Longliner in [5] und Einschätzungen zur weltweiten Landtechnik-Konjunktur in [6].

Zum 90-jährigen Bestehen des russischen „Federal Scientific Agro Engineering Center (VIM)“ erschien ein Sonderheft der japanischen Zeitschrift AMA mit 16 Aufsätzen zu aktuellen landtechnischen Themen und zur Gesamtsituation in der Russischen Föderation [7]. Die japanische Zeitschrift AMA publizierte unter der Leitung von Y. Kishida anlässlich ihres 50-jährigen Bestehens ein Sonderheft mit Aufsätzen zur Lage der Landtechnik mit Schwerpunkt Fernost und deren Beziehung zu den 17 „Sustainable Development Goals (SDGs)“ der UNO. Deutschland steuerte drei eingeladene Beiträge bei [8]. Das Heft enthält u. a. interessante Übersichten zur Landtechnik in Indien und insbesondere in China. Das dortige „Wirtschaftswunder“ basiert wesentlich darauf, dass der Anteil der in der Landwirtschaft Beschäftigten durch (staatlich subventionierte) Mechanisierung stark zurück ging von 81 % (1970) auf 25 % (2019) [9] – mit entsprechend freigesetzten Arbeitskräften für andere Bereiche und beachtlicher Steigerung der Wirtschaftsleistung.

## **Übersichten, Entwicklungsgrundlagen, Tests, Trends**

### *Übersichten*

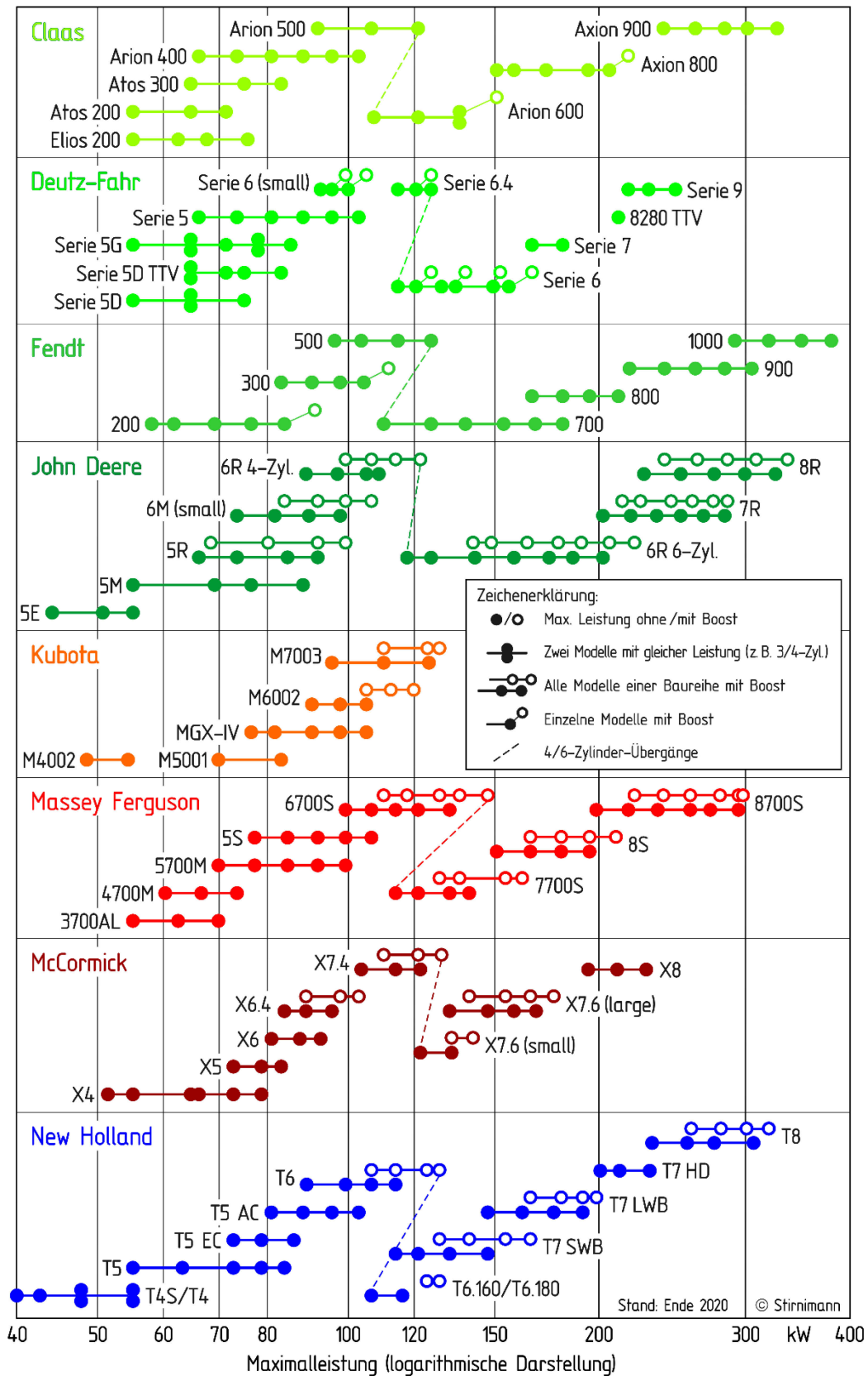
Traktoren werden aus wirtschaftlichen Gründen in Familien hergestellt. Tabelle 3 zeigt dazu die Strukturen führender Hersteller. Bei solchen mit mehreren und bezüglich Hauptkomponenten vergleichbaren Marken wurde jeweils eine stellvertretend ausgewählt (AGCO, CNH, SDF). Die Leistungen haben sich durch kontinuierliche Anhebung der Dieselmotor-Mitteldrücke (bzw. Leistungsdichten) weiter nach oben verschoben. Besonders ausgeprägt war dies bei Großtraktoren, wo in der jüngeren Vergangenheit oben immer wieder neue Top-Modelle dazu kamen und unten Einstiegsmodelle „abgeschnitten“ wurden (z. B. Case IH Magnum, New Holland T8, John Deere 7R/8R).

Leistungsüberschneidungen entstehen z. B. dadurch, dass Kunden einen Traktor mit mild aufgeladenem 6-Zylinder gegenüber einem hoch aufgeladenen 4-Zylinder bevorzugen – das gleiche bei Modellen mit 3 oder 4 Zylindern. Die hoch aufgeladenen Versionen sind in der Regel kompakter, leichter, kostengünstiger, wendiger und etwas günstiger im Teillast-Kraftstoffverbrauch, eine aktuelle Gegenüberstellung gab es dazu in [10]. Wegen ihres oft geringeren Radstands können sie aber Schwächen beim Aufbäumverhalten haben und benötigen bei schweren Arbeiten generell mehr Aufmerksamkeit bezüglich optimaler Ballastierung.

Viele Hersteller bieten sogar drei Modelle aus unterschiedlichen Baureihen mit gleicher Leistung an, beispielsweise Massey Ferguson mit den Modellen 5713M, 5S.135 und 6713S. Die Maximalleistungen ohne Boost liegen hier jeweils bei 99 kW, bezüglich Abmessungen und Gewichte sind die drei Traktoren aber nicht vergleichbar. In [11; 12] wurde deshalb ein Vorschlag zur Kategorisierung von landwirtschaftlichen Standardtraktoren nach typischen Baugrößen-Merkmalen vorgelegt (zwei Teile).

Ein neues Buch über Mobile Arbeitsmaschinen enthält auch Grundlagen zu Traktoren [13].

**Tabelle 3:** Traktorfamilien ausgewählter Hersteller mit Bandbreiten der Maximalleistungen  
**Table 3:** Tractor families of major manufacturers with bandwidth of maximum nominal power



### *Entwicklungsgrundlagen*

Mit dem Normentwurf ISO/DIS 12934 wurden die Definitionen für Traktor-Grundtypen aktualisiert [14]. Der Ressourcenverbrauch für die komplette Erstellung eines Traktors wurde in [15] ermittelt. Ein anderes großes Thema ist die weitere Automatisierung der Feldarbeiten [16]. Fahrerlose Traktoren bleiben seit der ersten deutschen Präsentation eines kommerziellen Systems 1999 [17] Forschungsthema [16]. In den industrialisierten Regionen erhofft man sich eine Senkung der Arbeitskosten, in Japan auch eine Entlastung der sehr stark überalterten landwirtschaftlichen Bevölkerung. Der Staat unterstützt daher entsprechende Forschungsarbeiten – insbesondere an der Hokkaido University in Sapporo. Von 1990 bis 2018 präsentierte man dort zehn Generationen autonomer Traktor-Führungssysteme, weitgehend mit Serienplattformen bzw. herkömmlichen Antrieben [18].

Konzepte autonomer Traktoren wurden aber auch mit alternativen Antrieben bekannt, sogar aus China: Das voll elektrische Fahrzeug ET504-H arbeitet mit H<sub>2</sub>-Brennstoffzelle, Pufferbatterie und zentralem E-Motor [19]. Eine praktikable Wasserstoff-Infrastruktur gibt es noch nicht – in [20] gab es einen Überblicksbeitrag über die H<sub>2</sub>-Herstellung und Nutzung.

In eine überschaubare Zukunft weist die Roadmap 2030 der VDI-MEG, die man mit Unterstützung der AET (Agricultural Engineering and Technologies) erarbeitete [21]. Für die Außenwirtschaft werden Potenziale und Forschungsbedarf zu aktuellen Themen wie Nachhaltigkeit, Umweltschutz, Energieeinsparung, Digitalisierung, Automatisierung, Farmmanagement und möglichen neuen Maschinenkonzepten aufgezeigt.

### *Tests*

Ein Vergleichstest großer Traktoren mit Bandlaufwerken zeigte nur geringe Leistungsunterschiede im Feld, aber Vorteile von Claas beim Straßenbetrieb infolge der sehr gut gefederten Halbraupe [22]. Ein Vergleichstest „Halbraupe gegen Reifen“ (Duals vorn und hinten) für 250 kW-Traktoren gleicher Marke zeigte trotz abgesenkter Luftdrücke der Reifenversion auf dem Acker Vorteile der Halbraupenversion [23].

Neu entwickelte Testvorrichtungen bezüglich statischer und dynamischer Umsturzsicherheit wurden in [24] mitgeteilt. Berechnungen des statischen seitlichen Kippwinkels aus Daten von Nebraska Tests ergaben durchschnittliche Werte um 40°, wie auch in [17] als Faustwert genannt. Eine Arbeit aus China präsentierte eine spezielle statistische Methode (über Leistungsdichte) zur Lebensdauerprüfung von Traktor-Frontachsen [25].

Prototypen bzw. Antriebssysteme elektrifizierter Traktoren werden im Abschnitt „Motoren und Getriebe bei Traktoren“ besprochen. Hier sei erwähnt, dass die OECD an Testkriterien für Traktoren mit Leistungselektrik (inkl. Off-Boarding-Power) arbeitet.

Zur Feier des 100-jährigen Bestehens des „Nebraska Tests“ erschien in [26] eine Würdigung und in [27] ein Rückblick auf die bemerkenswerte Entstehung des Claas Xerion in Verbindung mit der wechselvollen Geschichte seines stufenlosen Getriebes, dessen erstes Konzept nicht in Großserie ging, aber die Entwicklung auf diesem Gebiet befruchtete.

Um die Zahl und Schwere von Traktorunfällen in den USA durch Training zu reduzieren, entwickelte man an der Universität von Iowa einen Traktor-Fahrsimulator [28].

### Trends

Die Traktorentwicklung war auch 2020 noch stark von der Abgasgesetzgebung geprägt. Im unteren Leistungsbereich legt man die Motorleistung z. T. dicht an die Vorschriftengrenze von 56 kW (siehe einige Modelle in Tabelle 3), um ohne SCR-Nachbehandlung mit AdBlue auszukommen. In der Leistungsklasse  $56 \text{ kW} \leq P < 75 \text{ kW}$  wurden trotz Übergangsfristen neue Modelle mit Abgasstufe-V-Motoren eingeführt (siehe Beitrag „Motoren und Getriebe bei Traktoren“ in diesem Jahrbuch).

„Vornehme“ Arbeitsplätze der mittleren und oberen Leistungsklassen mit Bedienarmlehnen wandern in die unteren Leistungsklassen hinein, **Bild 1**. Die Vereinheitlichung der Schnittstelle zur Maschine über einen immer größeren Leistungsbereich macht Sinn, weil der Mensch immer der Gleiche ist. Das reduziert den Entwicklungsaufwand (auch für die heute aufwendige Software) und hilft dem Anwender beim Umsteigen. Variable Lenkradübersetzungen erfuhren zunehmende Verbreitung. Federspeicher-Feststellbremsen dringen auch in die unteren und mittleren Leistungsklassen vor. Motorhauben werden eher noch flacher.



**Bild 1:** Neue Kabine der Valtra G-Serie mit SmartTouch. Der Hersteller hat damit ein durchgängiges Bedienkonzept von der unteren Mittelklasse bis zu den Großtraktoren (Quelle: Valtra)

**Figure 1:** New Valtra G Series cab with SmartTouch. The manufacturer offers now a common operating interface from the lower mid-range up to the largest tractors (source: Valtra)

### Traktorentchnik nach Herstellern

Nachfolgend werden ausgewählte Neu- und Weiterentwicklungen vorgestellt. Auch die nicht erwähnten Traktorenhersteller präsentierten entsprechende Produkte.

„Brutto-Maximalleistung“ steht für die heute oft angegebene Maximalleistung ohne Lüfter.

Fendt stellte im Herbst 2020 die komplett überarbeiteten Baureihen 200 Vario (Standard und Schmalspurmodelle) mit Abgasstufe-V-Motoren und neuen Kabinen inkl. FendtOne-Cockpit vor, **Bild 2**. Das Topmodell 211 hat mit dem vom 314er her bekannten Mehrleistungskonzept „DynamicPerformance“ 91 kW Brutto-Maximalleistung (3-Zyl.-Motor mit 3,3 l Hubraum

DOC/DPF/SCR ohne AGR). Der Radstand wurde von 2,32 auf 2,37 m vergrößert, das maximal zulässige Gesamtgewicht von 7 auf 7,5 t erhöht.

Komplett überarbeitet wurden auch die Vollraupen 1100 MT mit 6-Zylindermotoren von MAN, Hubraum 15,2 und 16,2 l, Brutto-Maximalleistungen bis 495 kW (DOC/DPF/SCR, keine AGR). Die Nenndrehzahl liegt auch hier bei tiefen 1730 min<sup>-1</sup>. Das bisherige Volllastschaltgetriebe wurde durch das stufenlose TA400T ersetzt, das wie das TA300T in der Baureihe 900 MT auf dem VarioDrive-Konzept basiert und die gleichen 370er-Hydroneinheiten aufweist [29]. Die Raupenlaufwerke verfügen über vier pendelnd aufgehängte Zwischenrollen, die Federung erfolgt über das niveaugeregelte SmartRide-System zwischen Laufwerk-Querträger und Traktorraum.



**Bild 2:** Fendt 200 Vario mit neuer Kabine und FendtOne-Bedienkonzept (Quelle: Fendt)

**Figure 2:** Fendt 200 Vario series with new cab and FendtOne operating concept (source: Fendt)

John Deere verbesserte und erweiterte sein Angebot im Berichtszeitraum. Die Schmalspurbaureihe 5G kann neu optional mit einer Vorderachsfederung ausgestattet werden. Bei den 6M-Modellen 6090 bis 6120 steht jetzt auch eine stufenlose AutoPowr-Getriebeversion (Eccom 1.5) mit CommandArm-Bedienung zur Verfügung. Seit Juli 2020 sind alle 6R-Traktoren serienmäßig mit dem Telemetriesystem JDLink ausgestattet, über welches der Online-Datentransfer zwischen Traktor und Operation Center „MyJohnDeere.com“ erfolgt.

In der 7R-Baureihe setzte man erneut ein zusätzliches Modell oben drauf (Brutto-Maximalleistung mit Boost 285 kW). Generell sind neu zulässige Gesamtgewichte von 18 t (bei 40 km/h und separaten VA-Bremsen) und größere Reifen vorne möglich (SRI 775). Bei den aktuellen 8R-Modellen liegt das maximal zulässige Gesamtgewicht bei 20 t.

Mit dem 5075E bietet man einen einfachen Plattformtraktor ohne Kabine aus indischer Fertigung an. Bei dieser Nennleistung (55 kW aus 3 Zyl.) benötigt man keine aufwändige Abgasnachbehandlung (Vorschriftenstufe bei 56 kW). Ein Praxistest und Vergleich mit einem 5075M lässt eine gewisse Nachfrage erwarten, z. B. als kostengünstigen Hoftraktor [30].



Deutz-Fahr stellte Ende 2020 die kompakte Serie 5D TTV vor (Maximalleistungen 65-83 kW), die auf den Schmalspurtraktoren 5DV/5DS/5DF basiert und für diese Leistungsklasse besonders viel Technik anbietet. Die bisherige Lücke zwischen den Serien 7 und 9 soll mit der Serie 8 geschlossen werden. Mit dem 8280 TTV (Deutz-Motor mit 6,1 l Hubraum, Maximalleistung brutto 211 kW, AGR/DOC/DPF/SCR) wurde ein erstes Modell vorgestellt, **Bild 3**. Wesentliche Komponenten des stufenlosen Getriebes kommen von einem Zulieferer. Näheres ist dazu noch vertraulich. Das maximal zulässige Gesamtgewicht liegt bei 16 t und gilt bis 60 km/h, an der Vorderachse kommen wie bei der Serie 7 trockene Teilscheibenbremsen zur Anwendung. Die pneumatische Anhängerbremse arbeitet mit einem elektronisch geregelten Bremsventil, das in Kombination mit dem neuen „Advanced Trailer Brake Management“ durch Vergleich der IST- mit der SOLL-Verzögerung das Aufschieben durch Anhänger entschärfen soll.



**Bild 3:** 8280 TTV als erstes Modell der neuen Serie 8 von Deutz-Fahr (Quelle: Deutz-Fahr)

**Figure 3:** 8280 TTV as the first model of the new Series 8 from Deutz-Fahr (source: Deutz-Fahr)

Case IH präsentierte die neuen Knicklenker-Baureihen Steiger AFS Connect und Quadtrac AFS Connect (Rad- resp. Vierraupen-Fahrwerke) mit neuer, gefederter Kabine. Die Leistungen der Abgasstufe-V-Motoren bleiben gegenüber den Vorgängern unverändert, die Modelle 470, 500 und 540 können weiterhin mit Powershift- oder Stufenlosgetriebe ausgestattet werden. New Holland kündigte mit dem T6.160 ein zweites kompaktes 6-Zylinder-Modell an und zieht den 4-/6-Zylinder-Übergang – gegen den Trend – somit wieder nach unten. Für die bisher nur mit stufenlosem AutoCommand-Getriebe verfügbare Baureihe T5 bietet New Holland zudem als einzige CNH-Marke das 8-fach-Lastschaltgetriebe Dynamic Command mit Doppelkupplungstechnik an.

Claas führte das Assistenzsystem CEMOS für Traktoren 2020 in den Markt ein. Über erste Einsatzerfahrungen wird in [31] berichtet, mit [32] liegt auch bereits ein DLG-Testbericht vor. In Letzterem wurde für flaches und tiefes Grubbern eine manuelle Handhabung mit einer elektronisch unterstützten Gespannführung verglichen. Im Durchschnitt ergaben sich mit dem



elektronischen Assistenten deutliche Vorteile bezüglich Kraftstoffverbrauch und Flächenleistung, insbesondere bei weniger geübten Fahrern.

Mit der Baureihe M6002 präsentierte Kubota drei neue Modelle in der 4-Zylinder-Mittelklasse (Brutto-Maximalleistung mit Boost bis 120 kW) bei Ablösung der größeren MGX-IV-Modelle. Die konzerneigenen, bekannten 4-Zylinder-Aggregate haben 6,1 l Hubraum, die Abgasstufe V wird mit den Abgastechnologien AGR/DOC/DPF/SCR erreicht. Mit dem 8-fach-Lastschaltgetriebe und der Bi-Speed-Frontachse (mit doppeltem seitlichem Kegeltrieb) kommen bekannte Komponenten zum Einsatz. Eine geschaltete Überdrehzahl reduziert bei dieser Allradachse in engen Kurven den Wendekreis und verbessert die Traktion („pull-in-turn“). Dieses für Kubota typische Prinzip ist in Japan schon länger bekannt [17].

Für Aufsehen sorgte Massey Ferguson mit der komplett neuen Baureihe 8S, **Bild 4** [33], mit welcher die größeren 7700S-Modelle abgelöst werden. Die AGCO-Power-Motoren mit 7,4 l Hubraum arbeiten mit DOC/DPF/SCR (ohne AGR), alle Modelle verfügen über einen 15 kW-Boost (Brutto-Maximalleistungen bis 210 kW, Nenndrehzahl 1950 min<sup>-1</sup>). Mit dem Dyna-7 und dem Dyna E-Power kommen zwei neue GIMA-Lastschaltgetriebe mit einer 7x4-Struktur zur Anwendung (siehe Kapitel „Motoren und Getriebe bei Traktoren“ in diesem Jahrbuch). Auffällig ist ein deutlicher Zwischenraum zwischen Motorhaube und der völlig neuen Kabine (mit „negativ“ geneigter Frontscheibe), der zu einem sehr niedrigen Geräuschpegel am Fahrerohr beiträgt.



**Bild 4:** Baureihe Massey Ferguson 8S mit neuer großer Kabine (Quelle: Massey Ferguson)

**Figure 4:** Massey Ferguson 8S Series with new large cab (source: Massey Ferguson)

Die neue Baureihe 5S ist weitgehend baugleich mit der G-Serie von Valtra. Sie löst die Traktoren 5700S ab und wurde im Kabinenbereich stark überarbeitet. Das maximal zulässige Gesamtgewicht hat man (bei gleichem Radstand) für mehr Nutzlast von 8,5 auf 9,5 t erhöht.

Seit Frühjahr 2020 bietet Massey Ferguson die kompakte Baureihe 3700 AL neu mit optionaler Vorderachsfederung an. Für die Schmalspurmodelle gibt es diese Option schon seit Anfang 2019, die Federungskonzepte sind aber nicht identisch.

Valtra präsentierte die neue G-Serie, die zwischen der A- und der N-Serie positioniert ist und die Modelle N104/N124 ablöst. Der 4-Zylinder-Motor von AGCO Power mit 4,4 l Hubraum arbeitet mit DOC/DPF/SCR (ohne AGR), im Topmodell werden mit Boost 107 kW erreicht (Brutto-Maximalleistung). Für das Modell G125 gibt es neben dem Standard- einen Eco-Modus, bei welchem die Betriebspunkte „maximale Leistung“ und „maximales Drehmoment“ bei verringerter Motordrehzahl liegen. Die Motorölwanne verfügt über integrierte Aufnahmepunkte für Frontlader-Konsolen (Montage ohne Zusatzrahmen). Das Bedienkonzept „Smart-Touch“ gibt es nun durchgängig von 77 bis 298 kW.

Lindner bietet seit Mitte 2020 Lintrac-Modelle auch mit 2-fach-Lastschaltgetriebe von ZF an (16/8 Gänge V/R, lastschaltbare Reversierung). In den drei Modellen 75 LS, 95 LS und 115 LS werden 4-Zylinder-Motoren von Perkins mit neu 3,6 l Hubraum verbaut (bisher 3,4 l). Die Aggregate weisen Nenn-/Maximalleistungen von 55 bis 82 kW auf, die Abgasstufe V wird mit AGR/DOC/DPF/SCR erfüllt. Mit den LS-Modellen möchte man die Geotrac-Baureihe komplett ablösen. Auf Abgasstufe V umgestellt wurde auch der Lintrac 130 (100 kW), im Frühjahr 2021 sollen die neuen Modelle Lintrac 80 und 100 folgen.

Die auf der Agritechnica 2019 vorgestellte Baureihe X7.6 von McCormick wurde 2020 in den Markt eingeführt. Angetrieben werden die Traktoren vom bekannten FPT-Aggregat mit 6,7 l Hubraum, das in Abgasstufe-V-Konfiguration mit DOC, SCR-beschichtetem DPF (abgekürzt „SCRoF“) und kleinem SCR-Katalysator arbeitet (Brutto-Maximalleistung mit Boost bis 176 kW). Als Getriebe stehen 6-fach-lastschaltbare und stufenlose Einheiten von ZF zur Verfügung. Bei einer hydropneumatischen Kabinenfederungsversion kann der Fahrer den „Härtegrad“ dreifach verstellen [34]. Mit der Baureihe Landini Rex3 hat ARGO seit 2020 auch Schmalspurtraktoren mit Abgasstufe-V-Motoren im Programm.

### **Besondere Bauarten**

Traktoren mit elektrischen Fahrantrieben wie z. B. der Rigitrac SKE 40 Electric, der Fendt e100 und autonome, traktorähnliche Fahrzeuge werden im Kapitel „Motoren und Getriebe bei Traktoren“ besprochen. Völlig neue, vom Standardtraktor abweichende Bauarten mit absehbarer Serienfertigung sind den Autoren ansonsten nicht bekannt.

### **Traktor und Gerät**

Die Senkung des Reifenluftdrucks von Traktoren, gezogenen Geräten und Anhängern reduziert auf Ackerböden den Kraftstoffverbrauch und damit die CO<sub>2</sub>-Emission, erhöht die Feldleistung und schont den Boden. Diese Vorteile sind durch wissenschaftliche Untersuchungen und praktische Vorführungen (z. B. von L. Volk, FH Südwestfalen) gut abgesichert. Bisher nutzen nach [35] etwa 12 000 deutsche Landwirte Anlagen zur Luftdruckverstellung aus der Kabine – überwiegend mit Nachrüstungen. Neuinvestitionen werden (nur für Landwirte) ab 1.11.2020 durch das Energie-Effizienzprogramm des Bundes mit 30 % gefördert [35].

An einem Gespann aus Traktor und Kreiselegge wurden Zapfwellendrehmomente, Leistungen, Kraftstoffverbräuche und Energieeffizienzen gemessen [36]. Entgegen manchen Erwartungen ergaben hohe Fahrgeschwindigkeiten (um 10-12 km/h) den geringsten Kraftstoffverbrauch pro ha bei kaum verringerter Zerkleinerungswirkung.

Automatisches Lenken ist inzwischen weit verbreitet und immer genauer, das zeigen die vielen schnurgeraden Spuren auf den Feldern. Am Markt verfügbare Systeme und Korrektursignale wurden in [37] beleuchtet und getestet. Das sogenannte Mobil-RKT ist beliebt. Fendt erreicht mit dem Sapos-RKT die absolut höchste Genauigkeit – mit nur noch +/- 1 cm seitlicher Standardabweichung. Ein voll- oder teilautomatisiertes „Vorgewende-Management“ stellt noch höhere Anforderungen. Nach [38] antworteten 45 % von 7650 Befragten, dass sie einen damit ausgerüsteten Traktor haben. Zuweilen schreckt in der Praxis derzeit noch der Programmieraufwand ab.

Die inzwischen sehr einflussreiche AEF (Agricultural Electronics Industry Foundation) arbeitet in dem Projekt „INFO feature“ an einer Erweiterung der ISO 11783 („ISOBUS“) in Richtung verbesserter Fahrerinformation [39].

Ein anderer Informationsfluss ist der zwischen Hersteller und Nutzer. Telemetriesysteme erleichtern Einarbeitung und Service und helfen durch Schadenfrüherkennung, die Reparaturkosten und Ausfallzeiten zu senken. In [40] wird hierzu der Stand im Hause John Deere geschildert, in [41] ein System von Eaton für Baumaschinen vorgestellt.

In einer Dissertationsarbeit [42] wurde für das neue eIVT von John Deere (Prototypen) die verfügbare elektrische Leistung für Geräte dokumentiert. Sie ist infolge der unterschiedlichen Leistung im elektrischen Zweig von der Fahrgeschwindigkeit anhängig. Einbrüche lassen sich aber über veränderte Dieselmotor-Drehzahlen ausgleichen. In [43] wurden Berechnungsmodelle und Kräftermessungen für einen Traktor mit Anbaupflug vorgelegt.

## **Zusammenfassung**

Die Umsätze deutscher Traktorenhersteller erhöhten sich 2020 trotz schwieriger Weltlage auf 4,74 Mrd. € (2019: 4,27 Mrd. €). Auch die inländischen Verkaufsstückzahlen stiegen an und Fendt konnte nach vielen Jahren wieder die Marktführerschaft übernehmen. Große Hersteller decken die Marktbedürfnisse bei landwirtschaftlichen Standardtraktoren im Leistungsbereich von 40 bis 375 kW mit bis zu neun Baureihen ab. Weiter nach oben wanderten die Motorleistungen, die Premium-Ausstattungsvarianten hingegen weiter nach unten, weshalb auch in den unteren Leistungsklassen zunehmend Modelle mit Stufenlosgetrieben, Vorderachsfederungen und Load-Sensing-Hydraulik angeboten werden. Auch die Kabinenausstattungen und Bedienkonzepte werden hier vermehrt aus den mittleren und oberen Leistungsklassen übernommen. Die Entwicklungsschwerpunkte von Forschung und Industrie liegen weiterhin bei der Automatisierung von Feldarbeiten, Digitalisierung, alternativen Antriebssysteme, Ressourceneffizienz und Umweltschutz.

## **Literatur**

- [1] N.N.: Informationen des VDMA Landtechnik, Frankfurt/M. Stand Februar 2021.
- [2] N.N.: Gesamtmarkt gestiegen – nicht alle können profitieren. top agrar 50 (2021) H. 2, S. 86.
- [3] Neumann, O.: Auf und ab bei Marken und Märkten. Eilbote 68 (2020) H. 15, S. 10-18.
- [4] Tanneberger, T.: So wenig Traktoren in Putins Reich? Eilbote 68 (2020) H. 11, S. 6-7.
- [5] Neumann, O.: Redlich nähren sich die Eichhörnchen – Big Six 2019. Eilbote 68 (2020) H. 28, S. 6-8.
- [6] Batisweiler, C.: Corona macht alles anders. Eilbote 68 (2020) H. 31, S. 8-11.
- [7] (Verschiedene): 16 Aufsätze aus dem Federal Scientific Agro Engineering Center VIM, Moskau. AMA 51 (2020) H. 3, S. 7-100.
- [8] AMA 50th Anniversary Special Edition: SDGs and Agricultural Mechanization. AMA 51 (2020) H. 4, S. 31-162 (darin aus Deutschland 3 Beiträge von Pickel, Renius und Schulze Lammers).
- [9] Minli, J., Minzan, L. und Xiwen, L.: 50 Years of Agricultural Mechanization in China. AMA 51 (2020) H. 4, S. 86-92.
- [10] Osthues, J. und Wilmer, J.: Ist mehr immer mehr? Profi 32 (2020) H. 11, S. 14-17.
- [11] Stirnimann, R.: Besser Äpfel mit Äpfel vergleichen. Eilbote 68 (2020) H. 36, S. 10-14.
- [12] Stirnimann, R.: Body-Mass-Index für Traktoren. Eilbote 68 (2020) H. 37, S. 6-12.
- [13] Geimer, M.: Mobile Working Machines, Warrendale, Pennsylvania (USA): SAE International 2020.
- [14] N.N.: Tractors and machinery for agriculture and forestry – Basic types – Vocabulary. Draft International Standard ISO/DIS 12934, 2020.
- [15] Mantoam, E.J. et al.: Energy, carbon and water footprints on agricultural machinery. Biosystems Engineering 198 (2020) S. 304-322.
- [16] Schmidt, M.: Beschreibung der Arbeitsaufgabe mit einer Traktor-Anbaugeräte-kombination als Basis für die Automatisierung in der Landtechnik. Landtechnik 75 (2020) H. 3, S. 161-175.
- [17] Renius, K.Th.: Fundamentals of Tractor Design. Cham/CH: Springer-Verlag 2019.
- [18] Roshanianfard, A. et al.: A review of autonomous agricultural vehicles (The experience of Hokkaido University). J. of Terramechanics 91 (2020) S. 155-183.
- [19] N.N.: China stellt autonomen Traktor vor. Profi 32 (2020) H. 9, S. 111.
- [20] Neumann, H.: Wasserstoff: Motor für die Energiewende. Eilbote 68 (2020) H. 29, S. 10-13.
- [21] Fehrmann, J. et al.: Agriculture Technology 2030. Strategic Research Agenda. Part 1: Sustainable Plant Production. VDI-MEG. Düsseldorf: 2020.
- [22] Höner, G. und Tastowe, F.: Stark mit Gummiband: Drei Raupen im Vergleich. Top Agrar 50 (2021) H. 1, S. 112-119.

- [23] Neto, L.S. et al.: Operational and energy performance of 250 kW double wheel versus rubber half-tracked tractors in the soybean sowing. *Engenharia Agricola* 40 (2020) H. 5, S. 617-623.
- [24] Bietresato, M. und Mazzetto, F.: Definition of the Layout for a New Facility to Test the Static and Dynamic Stability of Agricultural Vehicles Operating on Sloping Grounds. *Appl. Science* 9 (2019) H. 19, Paper 4153 (40 Seiten).
- [25] Wen, C. et al.: Power density based fatigue load spectrum editing for accelerated durability testing for tractor front axles. *Biosystems Engineering* 200 (2020) S. 73-88.
- [26] Hoy, R.: The Nebraska Test Laboratory. 100 years and counting. *Ressource* 27 (2020) H. 3, S. 4-7.
- [27] (Verschiedene): Erdacht von einem Nordlicht. *Profi* 32 (2020) H. 12, S. 130-131.
- [28] Faust, K. et al.: Examination of Realism in a High-Fidelity Tractor Driving Simulator. *Journal of Agricultural Safety and Health* 26 (2020) H. 4, S. 123-137.
- [29] Geimer, M.; Renius, K. Th. und Stirnimann, R.: Motoren und Getriebe bei Traktoren. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): *Jahrbuch Agrartechnik 2017*. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2018. S. 1-11.
- [30] Bensing, T.: Das mittlere M oder das einfache E? *Profi* 32 (2020) H. 9, S. 12-19.
- [31] Göggerle, T.: Erfahrung gegen Technik. *Agrarheute* (2020) H. 12, S. 70-75.
- [32] (DLG) Claas Cemos Traktor – Kraftstoffverbrauch und Flächenleistung beim Grubbern. DLG Prüfbericht 7096. Groß Umstadt: DLG 2020.
- [33] Wilmer, H.: Massey Ferguson 8S.245: Eine neue Ära? *Profi* 32 (2020) H. 11, S. 26-28.
- [34] Wilmer, H.: Stärker, sauberer, schöner. *Profi* 33 (2021) H. 1, S. 44-46.
- [35] Colsmann, L.: Zuschuss für Zugkraft. *Profi* 32 (2020) H. 1, S. 110-112.
- [36] Balsari, P. et al.: Performance analysis of a tractor – power harrow system under different working conditions. *Biosystems Engineering* 202 (2021) S. 28-41.
- [37] Tastowe, F.: Selber lenken war gestern. *Top agrar* 49 (2020) H. 3, S. 96-105.
- [38] N.N.: Frage des Monats. *Profi* 32 (2020) H. 7, S. 10.
- [39] Klöpper, B.: New INFO feature under AEF development. In: *VDI Bericht* 2374, S. 175-185. Düsseldorf: VDI-Verlag 2020.
- [40] Steiner, M.: Einsatzsicherheit durch KI-gestützte Daten. *Mobile Maschinen* 13 (2020) H. 6, S. 12-14.
- [41] Foukner, J.: Fernüberwachungssysteme. Remote-Updates per Tastendruck. *Mobile Maschinen* 13 (2020) H. 4, S. 6-8.
- [42] Lang, M.: Konzeption und Analyse einer magnetisch-elektrisch leistungsverzweigten Umlaufgetriebestufe zum Einsatz in einem landwirtschaftlichen Fahrzeug. Dissertation TU Berlin 2020. Druck geplant in 2021.
- [43] Jiangyi, H. und Cunhao, L.: Research on a Method to Measure and Calculate Tillage Resistance of Tractor Mounted Plow. *AMA* 50 (2019) H. 4, S. 38-43.

### **Autorendaten**

Dipl.-Ing. Agr. FH, Dipl.-Ing. Wirtschaft FH, Executive MBA Roger Stirnimann ist Dozent für Agrartechnik an der Berner Fachhochschule.

Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Karl Theodor Renius ist Professor im Ruhestand am Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik der Technischen Universität München.

### **Bibliografische Angaben / Bibliographic Information**

#### **Wissenschaftliches Review / Scientific Review**

Erfolgreiches Review am 15.02.2021

#### **Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation**

Stirnimann, Roger; Renius, Karl Theodor: Gesamtentwicklung Traktoren. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2020. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2021. S. 1-14

#### **Zitierfähige URL / Citable URL**

<https://doi.org/10.24355/dbbs.084-202012111226-0>

#### **Link zum Beitrag / Link to Article**

<https://www.jahrbuch-agrartechnik.de/artikelansicht/jahrbuch-2020/chapter/gesamtentwicklung-traktoren.html>

Dieser Beitrag wird unter einer CC-BY-NC-ND 4.0 Lizenz veröffentlicht.